

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平5-55295

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成5年(1993)8月16日

B 32 B 15/04

B

7148-4F

発明の数 2 (全9頁)

⑭ 発明の名称 アブレイシブ表面をする物品及びその製造方法

⑰ 特 願 昭60-138841

⑱ 公 開 昭61-19351

⑲ 出 願 昭60(1985)6月25日

⑳ 昭61(1986)1月28日

優先権主張

㉑ 1984年6月25日 ㉒ 米国(U S) ㉓ 624421

㉔ 1984年6月25日 ㉕ 米国(U S) ㉖ 624446

⑳ 発 明 者

アルフレッド・ビオ・
マタレーズアメリカ合衆国コネチカット州、ノース・ヘイヴン、スト
ーンヘッジ・ドライブ 36

㉑ 発 明 者

ハリー・エドウィン・
イートンアメリカ合衆国コネチカット州、ウッドストック、ペリ
ン・ロード(番地なし)

㉒ 発 明 者

リチャード・チャール
ズ・ノヴァクアメリカ合衆国コネチカット州、グラストンベリー、マー
チン・テラス 128

㉓ 発 明 者

ジェームス・マイケ
ル・グッドマンアメリカ合衆国コネチカット州、エリントン、フェアヴ
ー・アヴェニュー 26

㉔ 出 願 人

ユナイテッド・テクノ
ロジーズ・コーポレイ
ションアメリカ合衆国コネチカット州、ハートフォード、フィナ
ンシャル・プラザ 1

㉕ 代 理 人

弁理士 明石 昌毅

審 査 官

鴨 野 研 一

㉖ 参 考 文 献

特開 昭51-104411(J P, A)

特開 昭58-194782(J P, A)

特公 昭47-7619(J P, B 1)

1

2

㉗ 特許請求の範囲

1 基体と該基体の表面に固着されたセラミック粒子と金属母材よりなるアブレイシブ層とを有する物品にして、前記セラミック粒子の大半の各々はその第一の部分にて前記基体の表面と接触しており、該第一の部分より前記金属母材の層を横切つて前記第一の部分とは反対側にある第二の部分にて前記金属母材の層より露呈されていることを特徴とする物品。

2 基体の表面にアブレイシブ層を形成する方法にして、セラミック粒子をその大半の各々がその第一の部分にて前記基体の表面に接着接触した状態にあるようセラミック粒子を基体の表面に実質的に分散した層として施す過程と、前記セラミック粒子を前記基体の表面に接触させた状態を保つ

て該セラミック粒子を丁度埋めるに十分な厚みの金属母材層を形成するように前記基体の表面に金属母材の層を形成する過程と、前記セラミック粒子と前記金属母材層と前記基体の少なくとも表面部とを前記金属母材を稠密化させ前記金属母材を前記基体の表面に冶金学的に接合させるに十分な温度に加熱する過程と、かくして形成されたセラミック粒子と金属母材の複合層の表面部を研削しセラミック粒子を基体表面に接する前記第一の部分とは反対の側の第二の部分にて金属母材の層より露呈させる過程とを含むことを特徴とする方法。

3 特許請求の範囲第2項の方法にして、前記セラミック粒子は各々予め金属被覆を施され、前記金属母材は前記加熱過程にてセラミック粒子の前

記金属被覆にも冶金学的に接合されることを特徴とする方法。

発明の詳細な説明

技術分野

本発明は研磨性シールに於ける研磨体（以下アブレイシブという）に係り、詳細には、高められた温度で使用される超合金に付着される薄層アブレイシブに係る。

背景技術

ガスタービンエンジン及び他の軸流ターボ機械はほぼ円筒状のケース内に収容されている回転ブレードの列を有する。ケースに近いブレード先端の周りのガスまたは他の作動流体の漏洩を最小化することが非常に望ましい。エンジンケースの内面に取付けられたシールとブレード先端が擦り合うブレード及びシーリングシステムによりこの漏洩が最小化されることは知られている。一般に、ブレード先端はシールよりも硬く且つ一層研磨性にされており、従つてブレード先端はエンジンのこれらの部品の作動中に互いに接触する時にシール内へカットインする。

上記の形式の以前のシステムでは、ブレード先端はたいてい硬い面を有する超合金材料であり、シールは適当な摩耗傾向を有する金属であつた。たとえば、多孔性粉末金属が使用された。今では、しかし、米国特許第3975165号、第4269903号及び第4273824号明細書に示されているようにセラミックを含むシールが望ましいことが見出されている。セラミック被覆されたシールは従来の金属シールよりもかなり硬く、その結果、従来のブレード先端はシールを摩耗により除去する能力に不足していた。

従つて、改良されたブレード先端、最も詳細には、本願の譲受人と同一の譲受人に譲渡された“アルミナ被覆されたシリコンカーバイド・アブレイシブ”という名称の米国特許第4249913号明細書に記載されている形式のブレード先端が開発されてきた。この特許による0.20～0.76mmの平均標準直径のシリコンカーバイド粒子はアルミナのような金属酸化物により被覆されており、また粉末金属または鑄造技術によりニッケルまたはコバルト基合金内に組み入れられている。粉末金属をコンパクトに含む30～45%の体積百分率の粒子が製造され、ブレードの先端に拡散ボンディング、

液相ボンディングまたはろう付けによりボンドされる。

しかし、上記の方法により製造されたアブレイシブにはいくつかの本来的な性質がある。特に、金属部品は実的な最小の厚み、典型的には1～2mmの厚みにのみ製造され得る。通常、アブレイシブ先端部はタービンブレード基体の先端の断面形状に製造され、コンパクト化または鑄造の後に平らな表面に機械加工される。同様に、ブレード先端がアブレイシブを受け入れるべく平らな表面に機械加工される。このような平らな機械加工は、良好な密嵌合及び0.05mmのオーダーの最小溶接厚みを得るために必要な実際の制限である。これが行われなければ、1100℃の作動温度での適当なボンド強度は得られない。ブレード先端上にアブレイシブをボンドした後、複数のブレードがエンジンのディスクと共に回転するべく構成された取付具内に組み立てられる。それらは次いでエンジンケースシールの内面と一致する円筒状または円錐状表面に研削される。この過程の結果として、アブレイシブは最初に、実質的な度合に研削されなければならない実質的な厚みを有する。粒子はしばしば高価であり、従つてまたこの方法は高価である。第二に、接合面が平らであり、アブレイシブ先端付きブレードの最終仕上がり形状が円筒状または円錐状であるので、第9図に示されているように、ブレード先端を横切つてアブレイシブの厚みに変化が存在する。公知のブレードは有用であるけれども、先端のアブレイシブ部分が局面を横切つて均等な厚みを有することが一層望ましい。また、製造過程で使用されなければならないグリットの量を最小化することが非常に望ましい。なぜならば、グリットは高品質でなければならない、酸化物被覆過程を含めてそれらの製造に費用がかさむからである。

本発明の目的は、1100℃付近及びそれ以上の温度で使用するのに適したアブレイシブの薄い均等な層をブレードの先端に形成することである。粒子を担持するアブレイシブの薄い層は、このような高い温度での使用には適していないが、知られている。たとえば、アルミナ、シリカ及びシリコンカーバイドから製造された被覆されたアブレイシブは、金属ボンドされたダイヤモンド及びキュービック窒化ほう素研削車のように通常の製品で

ある。スプレイされた金属の溶融または非溶融層は金属化の分野で良く知られている。たとえば米国特許第3248189号及び第4386112号明細書参照。しかし、金属スプレイング・グリット及び母材金属のどの過程も、スプレイされた材料の一部分しか実際に表面に衝突して付着しない点で本来的に不適當である。これらのことは特に、比較的小さい、たとえば約6/50mmのサイズの典型的なタービンプレード先端のアブレイシブの形成を困難にする。

本発明に特に関連のある従来技術は下記のものである。シリコンカーバイド粒子は、米国特許第3508890号及び第3377624号に従って、有機接着剤を用いて部品にボンドされ、次いでアルミニウムまたは他の金属で表面被覆される。米国特許第3779726号明細書には、シリコンカーバイド及び他のグリットを含む金属・アブレイシブ工具を製造する方法として、グリットを多孔性金属被覆内に封入し、次いで粒子を一体化するため封入層を他の金属で含浸する方法が記載されている。米国特許第4029852号明細書には、グリットを表面上に置き、その上に溶融金属小滴をスプレイすることによりノン・スキッド表面を製造する方法が記載されている。この米国特許第4029852号の発明は、金属ボンドされたアブレイシブ及び本発明を特徴付ける細かい製品と対照的に、階段の踏み台のように比較的大形の製品を対象としている。米国特許第3871840号明細書には、純粋金属エンベローブ内にグリットを封入することにより種々の仕方で製造された金属ボンドされたアブレイシブの性質がどのように改善されるかが記載されている。

先に製造された粒子及び金属構造から成り溶接過程によりタービンプレード先端に取付けられる前記のアブレイシブは有用なアブレイシブの特性を示した。しかし、アブレイシブの厚みを堅牢な先端に対して必要な最小厚みに減ずることが望ましいけれども、このような最小厚みはボンドされたアブレイシブ先端によつては前記の製造上の実際的な問題のために達成され得ない。同時に、過去の経験から、前記米国特許に記載されているものも含めて他の用途に通常入手可能な材料は所望の最小厚みを得られるにしても堅牢性の点で不十分である。従つて、所望のアブレイシブ先端を有する超合金タービンプレードを製造するための研

究及び開発を行う必要があつた。

発明の開示

本発明の目的は、金属対象物の表面上に薄層アブレイシブを形成することである。特に、本発明の目的は、ターボ機械用のエーロフオイル上に非常に軽量でしかも堅牢なアブレイシブ材料を形成することである。すなわち、できるかぎり少数の粒子を使用してセラミック粒子及び金属のアブレイシブを製造することが望ましい。高温用として

10 はアブレイシブは耐酸化性材料、特に超合金母材金属から成つていなければならない、またアブレイシブは熱的及び機械的応力に耐えるように超合金基体に良好にボンドされていなければならない。

本発明によれば、物品はその表面上にセラミック粒子の単一の層を有する。粒子は基体の表面と接触しており、また優勢に周囲の母材金属を通じて自由な機械加工された表面に延びている。また、機械加工された表面がアブレイシブが置かれている表面に平行である時、粒子は等しい長さを有し、また最も有効な仕方では表面に配置されている。アブレイシブから最適な性能を得るため、粒子は密に、しかし均等に間隔をおかれている。しかし、粒子は少なくとも80%が互いに接触しないように注意深く寸法及び配置を選択されている。こうして、周囲母材の存在は、粒子がアブレイシブ内に良好にボンドされること、またアブレイシブが基体に良好にボンドされるときを意味する。本発明によるアブレイシブは1.9対1以下、好ましくは1.5対1付近の粒子縦横比を有するセラミックから製造される。このことは、粒子が粒子表面の1cmあたり33~62、好ましくは42~53の密度でほぼ均等な間隔で、また10~20(体積百分率)で存在することを可能にする。

本発明の好ましい実施態様では、アブレイシブ材料はシンタリング、プラズマアークスプレイング及び機械加工を用いて超合金タービンプレードの先端に付着される。セラミック粒子は高められた温度で母材材料と相互作用しないものである。たとえば、アルミナ被覆されたシリコンカーバイド粒子が使用された。粒子はさらにシンタリング可能な材料、たとえばニッケルでクラッドされた。粒子は表面上に置かれて、シンタリング温度に加熱され、それによりニッケル層を基体に合金的に付着させる。次いで、超合金母材が通常

“ライン・オブ・サイト”プロセス（デポジットされた材料が表面に向かって直線的に移動する）により粒子の上にデポジットされる。表面上の不規則な形状の粒子の付近に空所が生成し、続いてホット・スタティック・プレッシングのような処理が粒子の周りに母材を稠密化させるのに用いられる。その結果、周囲に相互拡散された金属の領域（母材材料の組成に比較的不足したクラツディング材料の組成に比較的富んでいる領域）を有するセラミック粒子を含む稠密な超合金母材により特徴付けられる金属学的構造が得られる。

アブレイシブがセラミックシールと相互作用するブレードの先端上に置かれた時、母材材料は、基体から測って粒子長さの10~50%を露出するように、アブレイシブの自由な機械加工された表面から部分的に除去される。このことは、アブレイシブがセラミックシールをカットする能力を改善する。

本発明は、エーロフオイル先端の比較的小さいカンバーされた表面の上に、ブレード先端を摩擦から保護し、セラミックの減摩可能なシールにカットインし、高い温度及び熱応力に耐えるなど本発明の目的を達成するアブレイシブ材料を付着するのに有効である。

本発明の上記及び他の目的、特徴及び利点は以下にその好ましい実施例を図面により詳細に説明するなかで一層明らかになる。

発明を実施するための最良の形態

本発明は、米国特許第4209348号明細書に記載されている単結晶ニッケル合金から成る典型的な進歩したガスタービンエンジン・タービンブレードの先端への、ここでは簡単に“アブレイシブ（abrasive）”と呼ばれるシリコンカーバイド粒子及び超合金母材アブレイシブのボンディングに関して記載されている。米国特許第4249913号明細書に開示されている形式のアルミナ被覆されたシリコンカーバイド粒子が本発明に使用されることは好ましい。上記両特許の開示内容を参照によりここに組み入れたものとする。本発明は他の材料にも同様に応用可能である。上記米国特許第4249913号明細書に示されているように、シリコンカーバイド粒子上のアルミナ被覆は、シリコンカーバイドと周囲の母材金属との間の相互作用を阻止するので、特に有用である。このような相互

作用は製造中及び高温使用中に生起する可能性があり、またアブレイシブ機能を遂行するシリコンカーバイド粒子の能力を低下させる可能性がある。好ましくは、アルミナ被覆は0.010~0.020mmの厚みであり、また商業的な化学的蒸着プロセスにより付着されている。

母材は粒子及び基体に接着され得る金属である。母材は、本発明の最良の実施態様では、耐熱合金、すなわち商業的な合金であるインコネル600、インコネル625、ハステロイX、ヘイネス188及びMCrAlYのように600℃又はそれ以上の温度で使用するのに適した合金、若しくは超合金、すなわち商業的なニッケル基合金であるワスバロイ、IN100、U700、MAR-M200、インコネル718のようにガンマプライム析出により強化されたNi、CoまたはFeを母材とする合金である。いずれの形式の合金も、性質が変化する多数の組成、すなわちNi、Co、Fe、Cr及びFeを有する傾向があり、後二者の元素が特にそれらを特徴付けて、酸化耐性を生ずる。

好ましくは、超合金母材は重量百分率で21~25Cr、4.5~7Al、4~10W、2.5~7Ta、0.02~0.15Y、0.1~0.3C、残余Niの標準組成を有する。他の有用な材料は重量百分率で18~30Cr、10~30Ni+Fe、5~15W+Mo、1~5Ta+Cb、0.05~0.6C、3.5~80Al、0.5~20Hf及び0.02~0.1Y、残余Coの標準組成を有するコバルト基合金である。

典型的なタービンブレードの形態が第8図中に示されている。ブレード20は根元部分22及びエーロフオイル部分24から成っている。ブレードの先端28にアブレイシブ層26が本発明の方法により付着されている。アブレイシブ先端の表面30は標準半径R及び周縁Dを有する回転の円筒状表面に仕上げられている。半径Rはブレード付きタービン車の半径であり、また標準的にブレード付きタービン車が含まれているエンジンケースの内側半径でもある。半径方向と一致するブレード軸線をそのz軸と定義する。ブレードの先端はエーロフオイル先端断面の標準中心線である平均カンバー線Cを有する。第9図及び第10図には、線Cがz平面内へ広げられている時に線Dに沿って線Cの方に見た時に現れるブレード先端の側面図が示されている。第10図には第8図の一

定厚みの層26の外観が示されている。ブレード基体28の最も外側の表面32及びアブレイシブの表面30はいずれも曲面を描いている。これらの曲面は、延ばされた時に、カンバー形状及び円筒状表面の相互作用により郭定される表面のために、複雑である。背景技術のところに記載した仕方て構成された公知のブレード先端の同様の図が第9図に示されている。アブレイシブの最も外側の表面30aは第10図中に示されている曲面30と同一であり、ブレード基体28aの表面32aは平らである。従つて、半径方向またはz軸方向のアブレイシブの厚みはエーロフオイルのカンバー長さCを横切つて変化する。また、前縁及び後縁に金属不足グリットが存在する明白な傾向がある。また、本発明による第10図ではアブレイシブは粒子の単一の層から成っているが、公知の層ではカンバー線長さの中心部分35aの付近に多数のグリットを必要とする。また、公知のアブレイシブは典型的に接着継目31を有する。

薄いアブレイシブ先端を形成するためのプロセス段階は部分的に概要を第1〜7図により示されており、またさらに以下に説明される。いずれも線Dに沿つて見て、第1〜4図にはガスタービンブレードの先端のプロファイルが示されており、また第5〜7図には先端の一部分が一層詳細に示されている。

本発明のアブレイシブ先端は、背景技術のところで述べた米国特許に二、三開示されているように、セラミックスの研摩によつて摩擦可能なシールと相互作用するべく意図されている。良好な性能を得るために必要であることが発見されており、また公知の先端アブレイシブと異なるアブレイシブにはいくつかの独特な局面がある。これらの局面は粒子及び母材の組成と、粒子の寸法と、ブレードの先端に置かれる密度（いずれも母材内に含まれる時の間隔及び体積百分率に関する）と、アブレイシブ層の全厚みと、粒子が実際に母材により包まれてその中に置かれる度合とを含んでいる。ここで唱えられるパラメトリックな制限は特に、米国特許第4249913号明細書に開示されている超合金母材及びアルミナ被覆されたシリコンカーバイド粒子を含んでいるアブレイシブによる経験の結果である。しかし、局面の多くは他の粒子、特に機械的局面に関するものにも適切であ

る。

アブレイシブの厚みは制限されなければならない。第一に、アブレイシブは第10図に示されているように粒子の単一の層を含んでいる。アブレイシブ粒子の単一の層は先端に於けるアブレイシブ材料の質量を最小に保つために重要である。経験的なテスト及び計算の結果、セラミックシールと相互作用する時にアブレイシブ先端が有効に作用するためには、すなわち粒子が適切にカットし、しかもブレード先端から容易に除去されないようにするためには、母材の約10〜50%が除去されなければならないことが判明している。それよりも多量に除去されると、残された母材では使用中の負荷の下に粒子を保持するのに不十分となる。

本発明による好ましい先端アブレイシブのAZ軸厚みは約 $0.38 \pm 0.03 \text{ mm}$ であり、またこのような厚みに対して粒子寸法は米国ふるい系列No.35〜40（標準的に $0.42 \pm 0.50 \text{ mm}$ ）の間のふるい分けと一致している。もちろん、特に典型的なセラミック粒子は不規則であるので、共通のふるい分けによつても粒子寸法は分布する。粒子の若干はNo.40ふるい寸法よりも小さい。しかし、粒子の標準的な最小寸法は 0.42 mm であり、このことはセラミックスの過半数すなわち（0%またはそれ以上が第3図、第4図及び第9図に示されているようにアブレイシブの自由表面44、30に母材を通じて必然的に広がるという事実を反映している。このことは第9図及び先に参照した特許に示されている公知技術による場合と対照的である。一層厚いアブレイシブ層が望まれる時には、所望の結果を得るために、米国ふるい系列No.20（標準的に 0.83 mm ）までの一層大きい粒子を使用するのが有効であることが見出されている。

典型的に、母材は粒子を包囲するのに十分な厚みで付着され、次いで母材と粒子との複合物が仕上がり寸法に機械加工される。こうして粒子の過半数は機械加工された長さを有し、また自由表面がその一般的に望ましい態様として基体表面に平行とされているときには各粒子の長さは等しい。

本発明の最良の実施形態では、粒子は均等に、しかも比較的稠密に間隔をおかれている。密度は 1 cm^2 あたり33〜62粒子の範囲内である。それでも

11

15~20%以上の数の粒子は集塊されない、すなわち互いに接触しない。粒子の間の間隔は、それらが母材により適当に包囲され、またアブレイシブ内で適当に接着されるために必要とされる。本発明では、粒子の過半数は表面に対して平行な方向に（すなわちz軸に対して横方向に）母材金属により完全に包囲されている。このことは、先端の側縁の仕上げにより露出された粗い粒子は別として、粒子の少なくとも80%、典型的には90%が母材により包囲されることを意味する。一層密度が高く且つ包囲が完全な上記の複合物を得るため、本願発明者は、ホットプレスされたシリコンカーバイド粒子も1.9:1以下、好ましくは約1.4~1.5対1の縦横比を有していなければならないことを発見した。縦横比は粒子の最も長い軸とその標準的な断面寸法との標準的な比である。本願発明者はクオンテイメット表面アナライザ（ケンブリッジインスツルメント社（Cambridge Instrument Ltd）、ケンブリッジ、英国）を使用して縦横比を測定した。この縦横比は、公知の圧粉金属アブレイシブ先端に使用された1.9~2.1対1の縦横比を有する通常の粒子と対照的である。このような粒子では、粒子が第1図に示されているような製造方法で表面上に置かれる時に当然その長いほうの長さを表面とほぼ平行に向けて置かれるので、過大な集塊が生じた。このような高い縦横比の粒子は一層等軸の粒子に比較して所望の高さに付着しにくい傾向があり、また高い密度の達成を妨げる。

前記のように、粒子は金属母材内に包囲されている。母材の部分の除去に先立つて、アブレイシブが第3図に示されているように平らな表面に機械加工される時、粒子は典型的に全アブレイシブの約10~20%、好ましくは15%（体積百分率）を含んでいる。これは米国特許第4249913号明細書に開示されている濃度よりも低い濃度である。約20%以上の濃度はひび割れによりアブレイシブに材料疲労を生じさせる傾向があることが見出されている。10%以下の濃度は不適当なアブレイシブ特性を生ずる傾向がある。

前記の臨界的な寸法、縦横比及び密度が、所望のカッティング作用を得るために達成されなければならない。タービンブレードの典型的な先端は狭いので、この領域内に存在する粒子は非常に少

12

数である。本発明の目的は、第8図中の線Dに沿って近接して見たときにブレードの幅を横切つて粒子のフルラインを形成することである。本発明によるアブレイシブの特徴により、このことがブレードの90%で達成される。残余は、部品上に粒子を付着させた時から部品が最終的に使用可能状態にされまでの間の粒子の喪失により少数の開いたスペースを有し得る。

第1図には、続いて永久的に接着されるべき基体28の表面32の上にかんして粒子が最初に置かれるかが示されている。シリコンカーバイド粒子を表面上に置くに先立つて、粒子はそれらの外側に米国特許第4249913号による0.010mmの蒸着アルミナの被覆と、0.005~0.050mmの厚みに化学的に付けられたニッケルのような金属のクラツディングとを施されている。セラミック粒子にニッケル被覆を施す方法は商業的に利用可能であり、また米国特許第3920410号、第4291089号及び第4374173号明細書に開示されている。もしセラミック粒子が本来的に母材との反応に耐え得るならば、ナルミナ被覆は必要でない。

粒子がブレード先端の表面上に置かれる直前に、粒子を付着後に保持するため、540℃以下の温度で後に蒸発され得るポリマー接着剤の被覆が表面に付けられる。本願発明者はトルエン中の1~20%（体積百分率）のポリスチレンを選んだ。粒子は、先ず真空を与えられている穴明け板に粒子を吸引し、次いで板を表面の上に置いて真空を瞬間的に解除することにより表面上に置かれる。他の方法及び接着剤が粒子を置くために使用され得ることは明らかであろう。

次に、有機ボンドされた粒子を有するブレードが加熱される。垂直位置で毎時約500℃の加熱速度を用いて約0.06Paの真空中で2時間にわたり少なくとも1000℃、典型的には約1080℃で加熱される。他の不活性雰囲気も使用され得る。この過程は先ずポリスチレン接着剤を気化させ、次いでブレードの表面にニッケルクラツディングの固相ボンディングまたはシンタリングを生じさせる。ボンド接合34の性質及び位置は、炉から取出し後に金属顕微鏡写真で観察可能であるので、第5図に示されている。粒子の不規則な形状及び粒子上の金属クラツディングの厚みのために、ボンド34は比較的繊細であり、粒子33が表面32に

非常に近い点にのみおかれている。母材が超合金である時には、大量のボンド金属を粒子の周りに有すること若しくはそれをブレードの基体にボンドすることは望ましくない。基体を約1800°C以上の温度に曝すことも望ましくなく、従つて粒子上のクラツディングの選択はこのような条件に於ボンドを生ずる材料に制限される。さらに、クラツディング材料は基体及び続いて付着される母材と両立性があり、またそれらと相互作用する傾向のあるものでなければならない。これらの条件はそれにもかかわらず種々の材料が使用されることを許す。好ましくは、ニッケル、コバルトまたはそれらの混合物が使用される。ボンディングを促進するために知られている合金添加物が含まれていてよい。一般に、クラツディングのベース金属は、ニッケル、コバルトまたは鉄基母材及び基体合金が含まれている時、周期律表の遷移系列からの金属である傾向がある。特定の環境のもとに、所望の接着を強化するため被覆が表面 3 2 に付着され得る。

次に、粒子は第 2 図及び第 6 図に示されているように約1.1~1.3mmの厚みにプラズマアークスブレイによりデポジットされた母材材料の層でオーバースブレイされる。前記のようなニッケル基超合金、たとえば重量百分率で25Cr, 8W, 4Ta: 6Al, 1.0Hf, 0.1Y, 0.23C、残余Niの組成を有する超合金が使用される。

—400米国フルイ系列メツシュ粉末が低圧チャンバ内でアルゴン・ヘリウム・プラズマアークスブレイにより付着される。たとえば、エレクトロ・プラズマ社 (Electro-Plasma Inc.) (米国、カリフォルニア州、イルビング) の120kW低圧プラズマアークスブレイシステムのような商業的に入手可能な装置が使用され得る。米国特許第4236059号明細書をも参照。ブレードは26kPaまたはそれ以下の圧力に排気されたスブレイチャンバ内に置かれる。雰囲気中の酸素レベルは、たとえばチャンバ内の雰囲気と反応性金属と接触させることにより体積比で5ppmのレベルに減ぜられる。加工物であるブレードはプラズマアーク装置に対して、溶解粒子が移動する軸線に対して垂直に先端断面がスプレーされるように置かれる。ブレードはその周縁を、さまようスプレーがブレードのサイドにデポジットしないように

適当にマスクされる。

実際のデポジションの開始に先立つて、加工物は同時に高温プラズマアークガスにより少なくとも700°C、典型的には850°Cに加熱され、同時にプラズマアーク装置の付近に配置されている接地電極またはその一体部分としての接地電極に対して陰極にされる。部品上に堆積している可能性のある酸化物層の除去を助けるため約70Aの電流が約2~10分間にわたり典型的なタービンブレード先端に与えられる。加熱過程の目的は、プラズマアークスブレイへの部品の受容性を増し、またボンディングを改善し、さらに母材金属及び基体を含む加工物が室温に冷却された後に存在する残留応力を減ずることである。こうしてアブレイシブはひび割れ及びスポーリングに対する耐性を改善される。

金属母材が、示されているように、0.6~1.3mm、好ましくは1.1~1.3の厚みに付着される。好ましくは、母材金属は、金属の層が高められた圧力すなわち少なくとも130MPaに於てアルゴンガスに対して不透過性であるような厚み及び質に物理的プロセスによりデポジットされる。この不透過性は上記のプラズマスブレイ・プロセスによる十分な厚みの付着により達成可能である。層は不透過性であるけれども、それにもかかわらず第6図に示されているような若干の多孔性により特徴付けられている。詳細には、孔 3 8 が粒子の表面上に材料内に存在しており、また粒子の多くに隣接して空所 4 0 が存在している。空所 4 0 は金属スブレイプロセスに特有であり、また任意の“ライン・オブ・サイト”デポジションプロセスまたはデポジットされた材料が物理的に直線内を移動するプロセスにより生成される。使用され得る他のプロセスは物理的蒸着プロセスである。米国特許第4153005号明細書参照。

次に、部品は好ましくはホット・アイソスタティック・プレッシングにより稠密化される。一般に、これはアブレイシブ材料を高められた温度でその降伏またはクリープ限界点を越えて変形させることを含んでいる。好ましくは、部品は上記の孔及び空所を閉じるべく1065°C及び138MPaアルゴン圧力に曝される。他のホット・プレッシング過程が母材を固め、また稠密化及びボンディングの目的を達成するのに使用され得る。母材が固め

15

られた後、部品は炉内で冷却され、また取り出される。

しかし、第7図には、いかにしてアブレイシブが顕微鏡写真的に整列させられた試料内に現れるかが一層詳細に示されている。超合金母材は稠密であり、また粒子を完全に包囲している。また各粒子33を包囲して、母材材料の組成に比較してクローム、アルミニウム及び一層重い元素が少なく、またニッケルが多い領域42が存在している。これはもちろん粒子に付着されたニッケル・クラッディング層の結果であり、本発明の一つの特徴である。

次に、第2図中に示されているアブレイシブの粗い表面が第3図に概要を示されている形状を得べく研削のような通常の過程を用いて機械加工される。自由表面44は仕上げられたブレードを特徴付ける所望のz長さ寸法Tを生ずる。次に、ブレードの表面44が、母材材料をアタックしてその一部を除去するエッチング剤または他の物質と接触させられる。たとえば、1983年7月26日付

け米国特許出願第517315号明細書に記載されているような電気化学的機械加工が用いられ得る。理解されるように、本発明は、物品表面に沿って整列させられている粒子を含んでいる。このような二次元の製造方法は、金属粉末との混合及び固化により実施される従来の三次元の製造方法によるアブレイシブに比較して、はるかに均等且つ有効なアブレイシブを生ずる。本発明では、自由な機械加工されたアブレイシブ表面が（最大対最小サイズを反映する）セラミックスの比較的均等な断面積により特徴付けられている。これは、公知の粉末金属アブレイシブを特徴付ける最大対零粒子寸法を反映する広く変動する断面積と対照的である。また、母材の一部が部分的に除去される時、本発明の元の自由表面に於ける粒子材料の存在は変化しない。しかし、公知技術では、粒子の部分



FIG. 5

16

イシブ内に保持されているに過ぎないので、粒子の若干が失われ、また自由表面セラミックスの量が減少した。

以上に於ては本発明を特定の好ましい実施例について説明してきたが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて種々の実施例が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

図面の簡単な説明

第1図ないし第4図は粒子が基体の表面上に置かれ、母材内に包囲され、平らな表面に機械加工され、また最終形態に機械加工される順次の過程の概要を示す図である。第5図は第1図の一部の一層詳細な図であり、基体の表面に金属的に接着された後に粒子がいかに現れるかを示している。第6図は第2図の一部の一層詳細な図であり、いかに母材が粒子を包囲し、また“ライン・オブ・サイト”デポジション過程が用いられる時に孔を含むかを示している。第7図は第2図の一部の一層詳細な図であり、空所を無くし且つ相互拡散を生じさせるため高温プレスングの後に第6図の構造がいかに変換されるかを示している。第8図は先端にアブレイシブ層を有する典型的なガスタービンブレードの概要図である。第9図は公知のアブレイシブブレード先端の側面図であり、厚み及びボンド接合の変化を示している。第10図は第8図の線Dに沿うブレードの側面図であり、いかに粒子が単一の層内に存在しているか、またいかにそれらがアブレイシブの母材材料の少し上に延びているかを示している。

20……ブレード、22……根元部分、24……エーロフオイル部分、26……アブレイシブ層、28……先端、30……アブレイシブ先端表面、32……最外側表面、33……粒子、34……ボンド接合、36……超合金母材、38……孔、40……空所、44……自由表面。

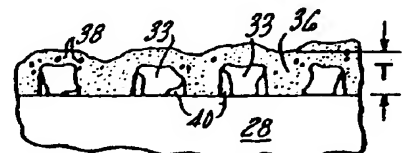


FIG. 6

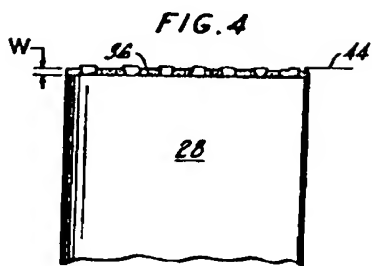
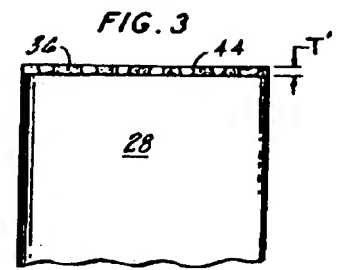
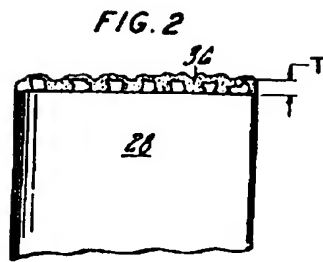
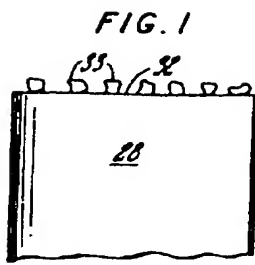


FIG. 7

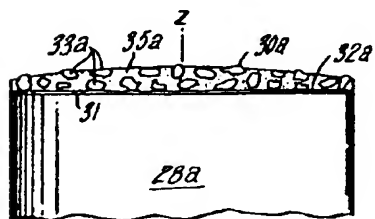


FIG. 9

FIG. 8

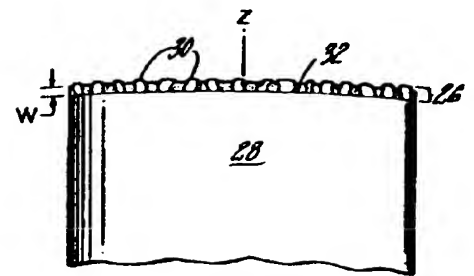
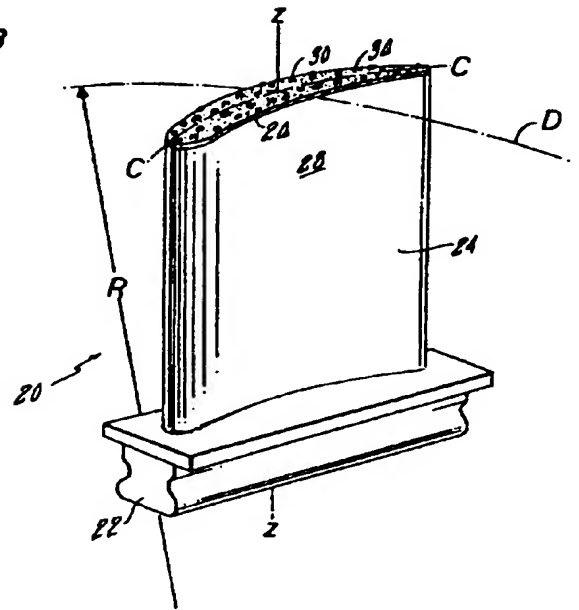


FIG. 10